

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-198268

(43)Date of publication of application : 11.07.2003

(51)Int.Cl.

H03F 1/30  
G11B 7/13  
H01L 27/146  
H01L 31/10  
H03F 3/08

(21)Application number : 2001-394724

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 26.12.2001

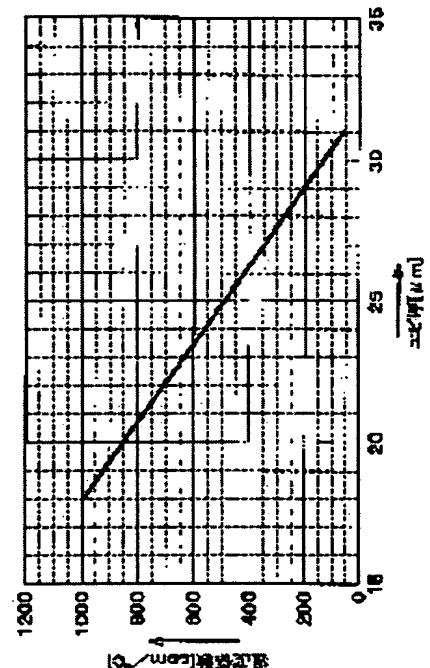
(72)Inventor : KUSHIMATSU YUICHIRO  
OTSUKA YOSHIHIRO

## (54) LIGHT-RECEIVING AMPLIFIER CIRCUIT

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve temperature characteristics, without deteriorating response characteristics in a light reception amplifier circuit 31 used for controlling the laser power of an optical recording/reproducing apparatus.

**SOLUTION:** Feedback resistors Rf1p and Rf2p of an I-V conversion amplifier 32 for allowing current, that is photoelectrically converted by a photodiode D to be subjected to voltage conversion, and a differential amplifier 33 for amplifying the output voltage amplitude are formed by a polysilicon resistor, a positive temperature coefficient that the photodiode has is compensated for by a negative temperature coefficient of the polysilicon resistor, by adjusting the epitaxial thickness and the sheet resistance value of the polysilicon resistor. Therefore, the positive temperature coefficient of the photodiode D is compensated for by the negative temperature coefficient of the feedback resistors Rf1p and Rf2p, and sensitivity adjustment is made with an amplifier input resistor Rext as an external mount, thus preventing change in a time constant CR with feedback capacity in parallel with the feedback resistors Rf1p and Rf2p, and hence preventing deterioration in response characteristics.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**Japanese Publication for Unexamined Patent Application**

**No. 198268/2003 (Tokukai 2003-198268)**

**A. Relevance of the Above-identified Document**

This document has relevance to claim 1 of the present application.

**B. Translation of the Relevant Passages of the Document**

**[PROBLEMS TO BE SOLVED]**

[0011]

An object of the present invention is to provide a light-receiving amplifier circuit capable of improving temperature characteristic without deteriorating response characteristic.

[0012]

**[MEANS TO SOLVE THE PROBLEMS]**

A light-receiving amplifier circuit according to the present invention for amplifying and outputting a signal photoelectrically converted by a photodiode, comprises: a feedback resistor for determining amplification gain, which is formed from a polysilicon resistor, wherein a thickness of an epitaxial layer of the photodiode and a sheet resistance value of the polysilicon resistor are specified so as to compensate a positive temperature

coefficient of the photodiode by a negative temperature coefficient of the polysilicon resistance.

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-198268

(P2003-198268A)

(43) 公開日 平成15年7月11日 (2003.7.11)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード* (参考)
H 0 3 F 1/30		H 0 3 F 1/30	A 4 M 1 1 8
G 1 1 B 7/13		G 1 1 B 7/13	5 D 1 1 9
H 0 1 L 27/146		H 0 3 F 3/08	5 D 7 8 9
31/10		H 0 1 L 31/10	G 5 F 0 4 9
H 0 3 F 3/08		27/14	A 5 J 0 9 0
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2001-394724(P2001-394724)

(22) 出願日 平成13年12月26日 (2001.12.26)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 串松 勇一郎

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72) 発明者 大塚 芳廣

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74) 代理人 100080034

弁理士 原 謙三

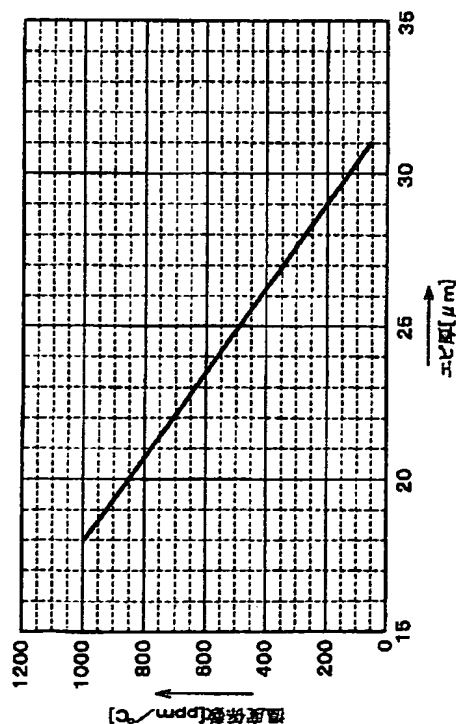
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 受光アンプ回路

(57) 【要約】

【課題】 光学式記録再生装置のレーザパワーの制御に用いられる受光アンプ回路31において、応答特性の悪化を招くことなく、温度特性を改善する。

【解決手段】 フォトダイオードDで光電変換された電流を電圧変換するI-V変換アンプ32およびその出力電圧振幅を増幅する差動アンプ33の帰還抵抗Rf1p, Rf2pをポリシリコン抵抗で形成し、フォトダイオードが有する正の温度係数を、そのエピ厚と前記ポリシリコン抵抗のシート抵抗値とを調整することで、該ポリシリコン抵抗の負の温度係数で補償する。したがって、フォトダイオードDの正の温度係数を帰還抵抗Rf1p, Rf2pの負の温度係数で補償し、かつアンプ入力抵抗Rextを外付けとして感度調整を行うことで、前記帰還抵抗Rf1p, Rf2pに並列の帰還容量との時定数CRも変化せず、応答特性の悪化を招くこともない。



(2)

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 フォトダイオードによって光電変換された信号を増幅して出力する受光アンプ回路において、増幅ゲインを決定する帰還抵抗をポリシリコン抵抗で形成し、

前記フォトダイオードのエピ層の厚さと、前記ポリシリコン抵抗のシート抵抗値との調整によって、前記フォトダイオードの正の温度係数を前記ポリシリコン抵抗の負の温度係数で補償することを特徴とする受光アンプ回路。

【請求項2】 反転出力のI-V変換アンプおよび非反転出力の差動アンプの2段のアンプがN型基板に形成されて成り、前記I-V変換アンプおよび差動アンプの前記帰還抵抗とともに、前記差動アンプの入力抵抗が前記ポリシリコン抵抗で形成され、

前記フォトダイオードはN型基板/N型エピ構造であることを特徴とする請求項1記載の受光アンプ回路。

【請求項3】 反転出力のI-V変換アンプおよび非反転出力の差動アンプの2段のアンプと、フォトダイオードとがN型基板に形成されて成り、前記I-V変換アンプおよび差動アンプの前記帰還抵抗とともに、前記差動アンプの入力抵抗が前記ポリシリコン抵抗で形成され、前記フォトダイオードはN型基板/N型エピ構造であることを特徴とする請求項1記載の受光アンプ回路。

【請求項4】 非反転出力のI-V変換アンプおよび反転出力の差動アンプの2段のアンプがP型基板に形成されて成り、前記I-V変換アンプおよび差動アンプの前記帰還抵抗とともに、前記差動アンプの入力抵抗が前記ポリシリコン抵抗で形成され、

前記フォトダイオードはP型基板/P型エピ構造であることを特徴とする請求項1記載の受光アンプ回路。

【請求項5】 非反転出力のI-V変換アンプおよび反転出力の差動アンプの2段のアンプと、フォトダイオードとがP型基板に形成されて成り、前記I-V変換アンプおよび差動アンプの前記帰還抵抗とともに、前記差動アンプの入力抵抗が前記ポリシリコン抵抗で形成され、前記フォトダイオードはP型基板/P型エピ構造であることを特徴とする請求項1記載の受光アンプ回路。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光学式記録再生装置のレーザパワーを制御するために用いられる受光アンプ回路に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 パーソナルコンピュータ用の機器として主に使用される書換え可能なCD-R/RW, DVD-RW, DVD-RAMドライブなどの前記光学式記録再生装置の市場においては、書込み/書換え時間を短縮するために高速化競争が進んでいる。ドライブの高速化に伴い、高速で回転するディスク上に安定した書込み/書

2

換えを行うためには、前記受光アンプ回路は、レーザパワーを精度良く、時間遅れなくモニタする必要がある。一方、高速で回転するモータ駆動部からの放熱およびCPUからの放熱等によって、周囲温度はますます上昇する傾向にある。このようなことから、前記受光アンプ回路には、周囲温度に依存することなく、一定したレーザパワーのモニタリングが必要となる。

【0003】 そこで、温度特性を無くすように対策が施された典型的な従来技術のレーザパワー制御用の受光アンプ回路1, 11を、図6および図7にそれぞれ示す。図6の受光アンプ回路1は、I-V変換アンプ2、前記I-V変換アンプ2の帰還抵抗 $r_{f1}$ および入力抵抗 $r_{s1}$ 、差動アンプ（反転アンプ）3、ならびに前記差動アンプ3の帰還抵抗 $r_{f2}$ および入力抵抗 $r_{s2}$ ,  $r_{s3}$ を備えて構成されている。

【0004】 一方、図7の受光アンプ回路11は、I-V変換アンプ2、前記I-V変換アンプ2の帰還抵抗 $r_{f1}$ および入力抵抗 $r_{s1}$ 、差動アンプ3、ならびに前記差動アンプ3の帰還抵抗 $r_{f2a}$ および入力抵抗 $r_{s2a}$ ,  $r_{s3}$ を備えて構成されている。

【0005】 これらの受光アンプ回路1, 11において、前記帰還抵抗 $r_{f2}$ ,  $r_{s2a}$ は後述する感度調整用の外付けの可変抵抗であり、それ以外の帰還抵抗 $r_{f1}$ ,  $r_{f2a}$ および入力抵抗 $r_{s1} \sim r_{s3}$ は、チップ上に拡散抵抗で形成されたものである。

【0006】 上述のように構成される受光アンプ回路1, 11において、フォトダイオードdで光信号が電流信号に変換され、その光電流 $I_{sc}$ がI-V変換アンプ2の反転端子に入力されて電流-電圧変換されるとともに、入力抵抗 $r_{s1}$ を介して該I-V変換アンプ2の非反転端子に入力される基準電圧 $V_{REF}$ と比較増幅される。I-V変換アンプ2からの出力は、入力抵抗 $r_{s2}$ ,  $r_{s2a}$ を介して差動アンプ3の反転端子に入力され、入力抵抗 $r_{s3}$ を介して該差動アンプ3の非反転端子に入力される前記基準電圧 $V_{REF}$ と比較増幅されて出力される。前記フォトダイオードdの光電流 $I_{sc}$ は回路より流れ出る（回路→GND）ので、基準電圧 $V_{REF}$ に対する前段のI-V変換アンプ2の出力は正の出力であり、これが後段の反転の差動アンプ3に入力されて、最終の回路出力は負の出力となっている。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 上述のように構成される受光アンプ回路1, 11では、該受光アンプ回路1, 11が設置される場所によってレーザ光の入射光量が異なるので、使用する側で感度を調整可能なように、前記帰還抵抗 $r_{f2}$ ,  $r_{s2a}$ を外付けの可変抵抗として、アンプのゲインを調整することで該受光アンプ回路1, 11の感度を調整するようになっている。すなわち、受光アンプ回路1の回路全体のゲイン抵抗は、 $r_{f1} \times (r_{f2}/r_{s2})$ であり、受光アンプ回路11の回路

(3)

3

全体のゲイン抵抗は、 $r_{f1} \times (r_{f2a} / r_{s2a})$ である。

【0008】しかしながら、温度特性について検証してみると、前記受光アンプ回路1では、前述のように抵抗 $r_{f1}$ 、 $r_{s2}$ は同一種類の拡散抵抗で形成されるので、感度調整用の帰還抵抗 $r_{f2}$ が温度特性を持たない場合、全体のゲイン抵抗 $r_{f1} \times (r_{f2} / r_{s2})$ の内、 $r_{f1} / r_{s2}$ の温度係数が相殺され、該受光アンプ回路1の温度特性を無くすることができる。ところが、差動アンプ3の帰還回路内の図示しないコンデンサの容量値が固定であるのに対して、帰還抵抗 $r_{f2}$ を可変することは、CR定数を可変することであり、応答特性が悪化するので、望ましくない。この対策として、前記コンデンサも外付けとする方法があるけれども、部品点数が増加するので、小型化やコストダウンには不向きである。

【0009】これに対して、前記受光アンプ回路11では、感度調整用の可変抵抗を入力抵抗 $r_{s2a}$ にしているので、前記帰還回路のCR定数は変動せず、応答特性の悪化を無くすることができる。しかしながら、全体のゲイン抵抗 $r_{f1} \times (r_{f2a} / r_{s2a})$ から、前記入力抵抗 $r_{s2a}$ が温度特性を持たない場合、温度係数は $r_{f1} \times r_{f2a}$ となり、拡散抵抗の温度係数の約2倍の温度特性を持ってしまうことになる。

【0010】ここで、前記受光アンプ回路1、11からの出力電圧の温度特性は、フォトダイオードdの出力の温度特性と、該受光アンプ回路1、11の出力の温度特性との和で表されることになる。そして、チップ内の拡散抵抗は正の温度係数を持つので、前記受光アンプ回路11は正の温度係数を持ち、これにフォトダイオードdの正の温度係数が加算されるので、該受光アンプ回路11からの出力電圧の温度特性は上述のように正に大きな値を持ってしまい、該温度特性を低減することが困難である。

【0011】本発明の目的は、応答特性の悪化を招くことなく、温度特性を改善することができる受光アンプ回路を提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の受光アンプ回路は、フォトダイオードによって光電変換された信号を増幅して出力する受光アンプ回路において、増幅ゲインを決定する帰還抵抗をポリシリコン抵抗で形成し、前記フォトダイオードのエピタキシャル層の厚さと、前記ポリシリコン抵抗のシート抵抗値との調整によって、前記フォトダイオードの正の温度係数を前記ポリシリコン抵抗の負の温度係数で補償することを特徴とする。

【0013】上記の構成によれば、光信号がフォトダイオードで光電変換された電流を電圧に変換するI-V変換アンプや、その出力電圧振幅を増幅する差動アンプなどを備えて構成される受光アンプ回路において、フォト

4

ダイオードが有する正の温度係数を補償するにあたって、前記差動アンプの帰還抵抗などの増幅ゲインを決定する帰還抵抗をポリシリコン抵抗で形成することで、該帰還抵抗に負の温度係数を持たせる。そして、前記フォトダイオードの温度係数はエピ層の厚さに依存し、該エピ層を厚くする程、温度係数の絶対値は低減する。また、ポリシリコン抵抗の温度係数はシート抵抗値に依存し、該シート抵抗値を下げる程、温度係数の絶対値は低減する。

10 【0014】したがって、フォトダイオードの前記エピ層と、ポリシリコン抵抗のシート抵抗値とを調整して、正負の温度係数値を合せ込み、該受光アンプ回路からの出力電圧の温度係数を相殺することができる。こうして、フォトダイオードの正の温度係数を帰還抵抗の負の温度係数で補償し、かつアンプ入力抵抗を外付けとして感度調整を行うことで、前記帰還抵抗に並列の帰還容量との時定数も変化せず、応答特性の悪化を招くこともない。

20 【0015】また、本発明の受光アンプ回路は、反転出力のI-V変換アンプおよび非反転出力の差動アンプの2段のアンプがN型基板に形成されて成り、前記I-V変換アンプおよび差動アンプの前記帰還抵抗とともに、前記差動アンプの入力抵抗が前記ポリシリコン抵抗で形成され、前記フォトダイオードはN型基板/N型エピ構造であることを特徴とする。

30 【0016】上記の構成によれば、フォトダイオードによって受光されるレーザ光の発振波長が780nmの場合、フォトダイオードの温度係数を約+400ppm/℃、受光アンプ回路の温度係数を約-400ppm/℃に調整することで、該受光アンプ回路の出力電圧の温度係数を相殺することができる。

【0017】また、フォトダイオードによって受光されるレーザ光の発振波長が650nmの場合、フォトダイオードの温度係数を約+100ppm/℃、受光アンプ回路の温度係数を約-100ppm/℃に調整することで、該受光アンプ回路の出力電圧の温度係数を相殺することができる。

40 【0018】さらにまた、本発明の受光アンプ回路は、反転出力のI-V変換アンプおよび非反転出力の差動アンプの2段のアンプと、フォトダイオードとがN型基板に形成されて成り、前記I-V変換アンプおよび差動アンプの前記帰還抵抗とともに、前記差動アンプの入力抵抗が前記ポリシリコン抵抗で形成され、前記フォトダイオードはN型基板/N型エピ構造であることを特徴とする。

50 【0019】上記の構成によれば、フォトダイオードによって受光されるレーザ光の発振波長が780nmの場合、フォトダイオードの温度係数を約+1000ppm/℃、受光アンプ回路の温度係数を約-1000ppm/℃に調整することで、該受光アンプ回路の出力電圧の

(4)

5

温度係数を相殺することができる。

【0020】また、フォトダイオードによって受光されるレーザ光の発振波長が650nmの場合、フォトダイオードの温度係数を約+100ppm/℃、受光アンプ回路の温度係数を約-100ppm/℃に調整することで、該受光アンプ回路の出力電圧の温度係数を相殺することができる。

【0021】また、本発明の受光アンプ回路は、非反転出力のI-V変換アンプおよび反転出力の差動アンプの2段のアンプがP型基板に形成されて成り、前記I-V変換アンプおよび差動アンプの前記帰還抵抗とともに、前記差動アンプの入力抵抗が前記ポリシリコン抵抗で形成され、前記フォトダイオードはP型基板/P型エピ構造であることを特徴とする。

【0022】上記の構成によれば、フォトダイオードによって受光されるレーザ光の発振波長が780nmの場合、フォトダイオードの温度係数を約+400ppm/℃、受光アンプ回路の温度係数を約-400ppm/℃に調整することで、該受光アンプ回路の出力電圧の温度係数を相殺することができる。

【0023】また、フォトダイオードによって受光されるレーザ光の発振波長が650nmの場合、フォトダイオードの温度係数を約+100ppm/℃、受光アンプ回路の温度係数を約-100ppm/℃に調整することで、該受光アンプ回路の出力電圧の温度係数を相殺することができる。

【0024】さらにまた、本発明の受光アンプ回路は、非反転出力のI-V変換アンプおよび反転出力の差動アンプの2段のアンプと、フォトダイオードとがP型基板に形成されて成り、前記I-V変換アンプおよび差動アンプの前記帰還抵抗とともに、前記差動アンプの入力抵抗が前記ポリシリコン抵抗で形成され、前記フォトダイオードはP型基板/P型エピ構造であることを特徴とする。

【0025】上記の構成によれば、フォトダイオードによって受光されるレーザ光の発振波長が780nmの場合、フォトダイオードの温度係数を約+1000ppm/℃、受光アンプ回路の温度係数を約-1000ppm/℃に調整することで、該受光アンプ回路の出力電圧の温度係数を相殺することができる。

【0026】また、フォトダイオードによって受光されるレーザ光の発振波長が650nmの場合、フォトダイオードの温度係数を約+100ppm/℃、受光アンプ回路の温度係数を約-100ppm/℃に調整することで、該受光アンプ回路の出力電圧の温度係数を相殺することができる。

【0027】

【発明の実施の形態】本発明の実施の一形態について、図1～図4に基づいて説明すれば、以下のとおりである。

6

【0028】図1は、本発明の基礎的な構成であるレーザパワー制御用の受光アンプ回路21のブロック図である。この受光アンプ回路21は、I-V変換アンプ22と、前記I-V変換アンプ22の帰還抵抗Rf1pおよび入力抵抗Rs1とを備えて構成されている。フォトダイオードDで光信号が電流信号に変換され、その光電流Is cがI-V変換アンプ22の反転端子に入力されて電流-電圧変換されるとともに、入力抵抗Rs1を介して該I-V変換アンプ22の非反転端子に入力される基準電圧VREFと比較増幅されて出力される。I-V変換アンプ22の入出力間には、帰還抵抗Rf1が介在されている。前記フォトダイオードDの光電流Is cは回路に流れ込む(Vcc→回路)ので、基準電圧VREFに対する該I-V変換アンプ22の出力は負の出力となっている。

【0029】注目すべきは、この受光アンプ回路21では、前記フォトダイオードDはN型基板/N型エピ構造であり、前記帰還抵抗Rf1pはポリシリコン抵抗から成ることである。

【0030】前記フォトダイオードDは、たとえば数十Ωの比抵抗で、数百μmの基板上に、数百～数千Ωの高比抵抗で、数十μmのエピ構造となっており、前記比抵抗およびエピ厚は、それぞれのプロセスによって最適化されている。

【0031】こうして、フォトダイオードDは正の温度係数を有し、その温度係数はエピ層の厚さに依存する。その依存特性を図2に示す。この図2から理解されるように、エピ厚が厚くなる程、温度係数は低減する。なお、前記エピ層の不純物が、超高濃度(コンマ数Ω)や超低濃度(数万Ω)の状態であれば、前記温度係数にその濃度による依存性も現れるけれども、通常のフォトダイオードを形成する濃度(約1000Ω程度)であれば、濃度による依存性はない。また、該エピ厚が厚くなる程、応答特性が悪化するので、あまり厚くすることは望ましくなく、前記応答特性を満足する範囲で該エピ厚が規定される。

【0032】一方、ポリシリコン抵抗から成る帰還抵抗Rf1pは、負の温度係数を有し、その温度係数はポリシリコン抵抗のシート抵抗値に依存する。その依存特性を図3に示す。ポリシリコン抵抗を採用するのは、温度係数が負の値を持つためである。また、拡散抵抗の温度係数よりも絶対値が小さいことも望ましい。したがって、受光アンプ回路21のゲイン抵抗はRf1pであるので、アンプ出力の温度係数はポリシリコン抵抗である該帰還抵抗Rf1pの温度係数となる。

【0033】そして、この帰還抵抗Rf1pの温度係数の絶対値がフォトダイオードDの温度係数の絶対値と同じになるように帰還抵抗Rf1pのシート抵抗値を合せ込むことで、該受光アンプ回路21からの出力電圧の温度特性をゼロにすることができる。

(5)

7

【0034】たとえば、フォトダイオードDによって受光されるレーザ光の発振波長が、CD-R/RW等のCDの書込みに用いられる780nmで、上述の受光アンプ回路21をN型基板に形成した場合、フォトダイオードDの温度係数を約+400ppm/℃、受光アンプ回路21の温度係数を約-400ppm/℃に調整することで、該受光アンプ回路21の出力電圧の温度係数を相殺することができる。

【0035】また、レーザ光の発振波長が前記780nmで、それを受光アンプ回路21のN型基板にモノリシック形成した場合、フォトダイオードDの温度係数を約+1000ppm/℃、受光アンプ回路21の温度係数を約-1000ppm/℃に調整することで、該受光アンプ回路21の出力電圧の温度係数を相殺することができる。

【0036】一方、レーザ光の発振波長が、DVD-R/RW等のDVDの書込みに用いられる650nmで、上述の受光アンプ回路21をN型基板に形成した場合、フォトダイオードDの温度係数を約+100ppm/℃、受光アンプ回路21の温度係数を約-100ppm/℃に調整することで、該受光アンプ回路21の出力電圧の温度係数を相殺することができる。

【0037】また、レーザ光の発振波長が前記650nmで、それを受光アンプ回路21のN型基板にモノリシック形成した場合も、フォトダイオードDの温度係数を約+100ppm/℃、受光アンプ回路21の温度係数を約-100ppm/℃に調整することで、該受光アンプ回路21の出力電圧の温度係数を相殺することができる。

【0038】図4は、本発明の実施の一形態のレーザパワー制御用の受光アンプ回路31のブロック図である。この受光アンプ回路31において、前述の受光アンプ回路21に類似し、対応する部分には同一の参照符号を付して、その説明を省略する。この受光アンプ回路31は、I-V変換アンプ32と差動アンプ33とを備える2段アンプ構成であり、前記I-V変換アンプ32の帰還抵抗Rf1pおよび入力抵抗Rs1と、前記差動アンプ33の帰還抵抗Rf2pおよび入力抵抗Rs2p、Rs3と、可変抵抗Rextとをさらに備えている。

【0039】前記I-V変換アンプ32には、前記I-V変換アンプ22と同様に、その反転端子にフォトダイオードDからの光電流IsCが入力されて電流-電圧変換が行われるとともに、入力抵抗Rs1を介して該I-V変換アンプ32の非反転端子に入力される基準電圧VREFと比較増幅が行われて出力される。I-V変換アンプ32の入出力間には、帰還抵抗Rf1pが介在されている。前記I-V変換アンプ32の出力は、入力抵抗Rs3を介して差動アンプ33の非反転端子に入力され、可変抵抗Rextおよび入力抵抗Rs2pを介して該差動アンプ33の反転端子に入力される前記基準電圧VREF

8

EFと比較増幅されて出力される。

【0040】そして、前記フォトダイオードDの光電流IsCは、前記I-V変換アンプ22と同様に、回路に流れ込む(Vcc→回路)ので、基準電圧VREFに対する該I-V変換アンプ32の出力は負の出力であり、これが非反転の差動アンプ33に入力されて、最終の回路出力は負の出力となっている。

【0041】注目すべきは、この受光アンプ回路31では、前記フォトダイオードDはN型基板/N型エピ構造であり、前記帰還抵抗Rf1p、Rf2pおよび入力抵抗Rs2pは前記ポリシリコン抵抗から成ることである。前記入力抵抗Rs1、Rs3は、チップ上に拡散抵抗で形成される。また、前記可変抵抗Rextは、感度調整用の外付けの可変抵抗である。

【0042】このように構成される受光アンプ回路31では、全体のゲイン抵抗は、 $Rf1p \times (1 + (Rf2p / (Rs2p + Rext)))$ となる。外付けの可変抵抗Rextには一般的な可変抵抗を用いるが、通常、この可変抵抗は温度係数が殆んど無いものである。また、該可変抵抗Rextの温度係数は無視できるので、2段で構成される該受光アンプ回路31の全体出力の温度係数は、前段の帰還抵抗Rf1pの温度係数と、後段の帰還抵抗Rf2pおよび入力抵抗Rs2pの分圧抵抗 $1 + (Rf2p / Rs2p)$ の温度係数との和となる。その温度係数の和の絶対値がフォトダイオードDの温度係数の絶対値と同じになるように、ポリシリコン抵抗から成る前記帰還抵抗Rf1p、Rf2pおよび入力抵抗Rs2pのシート抵抗値が調整される。このようにして正負の温度係数値を合せ込むことによって、出力電圧の温度特性をゼロにすることができる。

【0043】たとえば、レーザ光の発振波長が780nmで、上述の受光アンプ回路31をN型基板に形成した場合、フォトダイオードDの温度係数を約+400ppm/℃、受光アンプ回路31の温度係数を約-400ppm/℃に調整することで、該受光アンプ回路31の出力電圧の温度係数を相殺することができる。

【0044】また、レーザ光の発振波長が前記780nmで、それを受光アンプ回路31のN型基板にモノリシック形成した場合、フォトダイオードDの温度係数を約+100ppm/℃、受光アンプ回路31の温度係数を約-100ppm/℃に調整することで、該受光アンプ回路31の出力電圧の温度係数を相殺することができる。

【0045】一方、レーザ光の発振波長が650nmで、上述の受光アンプ回路31をN型基板に形成した場合、フォトダイオードDの温度係数を約+100ppm/℃、受光アンプ回路31の温度係数を約-100ppm/℃に調整することで、該受光アンプ回路31の出力電圧の温度係数を相殺することができる。

【0046】また、レーザ光の発振波長が前記650nm

50



(6)

9

mで、それを受光アンプ回路31のN型基板にモノリシック形成した場合も、フォトダイオードDの温度係数を約+100ppm/℃、受光アンプ回路31の温度係数を約-100ppm/℃に調整することで、該受光アンプ回路31の出力電圧の温度係数を相殺することができる。

【0047】本発明の実施の他の形態について、図5に基づいて説明すれば、以下のとおりである。

【0048】図5は、本発明の実施の他の形態のレーザパワー制御用の受光アンプ回路41のブロック図である。この受光アンプ回路41において、前述の受光アンプ回路21、31に類似し、対応する部分には同一の参照符号を付して、その説明を省略する。この受光アンプ回路41は、I-V変換アンプ42と差動アンプ43とを備える2段アンプ構成であり、前記I-V変換アンプ42の帰還抵抗Rf1pおよび入力抵抗Rs1と、前記差動アンプ43の帰還抵抗Rf2pおよび入力抵抗Rs2p、Rs3と、可変抵抗Rextとをさらに備えている。

【0049】前記I-V変換アンプ42には、その反転端子にフォトダイオードDからの光電流Iscが入力されて電流-電圧変換が行われるとともに、入力抵抗Rs1を介して該I-V変換アンプ42の非反転端子に入力される基準電圧VREFと比較増幅が行われて出力される。I-V変換アンプ42の入出力間には、帰還抵抗Rf1pが介在されている。前記I-V変換アンプ42の出力は、可変抵抗Rextおよび入力抵抗Rs2pを介して差動アンプ43の反転端子に入力され、入力抵抗Rs3を介して該差動アンプ43の非反転端子に入力される前記基準電圧VREFと比較増幅されて出力される。

【0050】そして、前記フォトダイオードDの光電流Iscは、回路から流れ出す(回路→GND)ので、基準電圧VREFに対する該I-V変換アンプ42の出力は正の出力であり、これが反転の差動アンプ43に入力されて、最終の回路出力は負の出力となっている。

【0051】注目すべきは、この受光アンプ回路41では、前記フォトダイオードDはP型基板/P型エピ構造であり、前記帰還抵抗Rf1p、Rf2pおよび入力抵抗Rs2pは前記ポリシリコン抵抗から成ることである。前記入力抵抗Rs1、Rs3は、チップ上に拡散抵抗で形成される。また、前記可変抵抗Rextは、感度調整用の外付けの可変抵抗である。

【0052】このように構成される受光アンプ回路41では、全体のゲイン抵抗は、 $Rf1p \times (Rf2p / (Rs2p + Rext))$ となる。前記可変抵抗Rextの温度係数は無視できるので、2段で構成される該受光アンプ回路41の全体出力の温度係数は、前段の帰還抵抗Rf1pの温度係数と、後段の帰還抵抗Rf2pおよび入力抵抗Rs2pの分圧抵抗( $Rf2p / Rs2p$ )の温度係数との和となる。その温度係数の和の絶対

10

値がフォトダイオードDの温度係数の絶対値と同じになるように、ポリシリコン抵抗から成る前記帰還抵抗Rf1p、Rf2pおよび入力抵抗Rs2pのシート抵抗値が調整される。このようにして正負の温度係数値を合せ込むことによって、出力電圧の温度特性をゼロにすることができる。

【0053】たとえば、レーザ光の発振波長が780nmで、上述の受光アンプ回路41をP型基板に形成した場合、フォトダイオードDの温度係数を約+400ppm/℃、受光アンプ回路41の温度係数を約-400ppm/℃に調整することで、該受光アンプ回路41の出力電圧の温度係数を相殺することができる。

【0054】また、レーザ光の発振波長が前記780nmで、それを受光アンプ回路41のP型基板にモノリシック形成した場合、フォトダイオードDの温度係数を約+1000ppm/℃、受光アンプ回路41の温度係数を約-1000ppm/℃に調整することで、該受光アンプ回路41の出力電圧の温度係数を相殺することができる。

【0055】一方、レーザ光の発振波長が650nmで、上述の受光アンプ回路41をP型基板に形成した場合、フォトダイオードDの温度係数を約+100ppm/℃、受光アンプ回路41の温度係数を約-100ppm/℃に調整することで、該受光アンプ回路41の出力電圧の温度係数を相殺することができる。

【0056】また、レーザ光の発振波長が前記650nmで、それを受光アンプ回路41のN型基板にモノリシック形成した場合も、フォトダイオードDの温度係数を約+100ppm/℃、受光アンプ回路41の温度係数を約-100ppm/℃に調整することで、該受光アンプ回路41の出力電圧の温度係数を相殺することができる。

【0057】なお、特許第3173429号公報には、I-V変換アンプと電圧増幅アンプとの2段構成とし、2段目のアンプの帰還抵抗を、ポリシリコン抵抗(-3000ppm/℃で固定)と、ベース抵抗(-1400ppm/℃で固定)とで構成し、その構成比をn:(1-n)として、それらの組み合わせによって出力電圧の温度特性を低減することが記載されている。しかしながら、本発明は、フォトダイオードの正の温度係数を前記ポリシリコン抵抗の負の温度係数と合わせてこれらをキャンセルするものであり、全く異なるものである。

【0058】

【発明の効果】本発明の受光アンプ回路は、以上のように、フォトダイオードによって光電変換された信号を増幅して出力する受光アンプ回路において、フォトダイオードが有する正の温度係数を補償するにあたって、差動アンプの帰還抵抗などの増幅ゲインを決定する帰還抵抗をポリシリコン抵抗で形成することで該帰還抵抗に負の温度係数を持たせ、前記フォトダイオードのエピ層の厚

(7)

11

さと前記ポリシリコン抵抗のシート抵抗値とを調整して正負の温度係数値を合せ込む。

【0059】それゆえ、アンプ入力抵抗を外付けとして感度調整を行うことで、応答特性の悪化を招くことなく、前記フォトダイオードの温度係数を補償することができる。

【0060】また、本発明の受光アンプ回路は、以上のように、反転出力のI-V変換アンプおよび非反転出力の差動アンプの2段のアンプをN型基板に形成して成り、前記I-V変換アンプおよび差動アンプの前記帰還抵抗とともに、前記差動アンプの入力抵抗を前記ポリシリコン抵抗で形成し、かつ前記フォトダイオードをN型基板/N型エピ構造とする。

【0061】それゆえ、フォトダイオードによって受光されるレーザ光の発振波長が780nmの場合、フォトダイオードの温度係数を約+400ppm/℃、受光アンプ回路の温度係数を約-400ppm/℃に調整することで、該受光アンプ回路の出力電圧の温度係数を相殺することができる。

【0062】また、フォトダイオードによって受光されるレーザ光の発振波長が650nmの場合、フォトダイオードの温度係数を約+100ppm/℃、受光アンプ回路の温度係数を約-100ppm/℃に調整することで、該受光アンプ回路の出力電圧の温度係数を相殺することができる。

【0063】さらにまた、本発明の受光アンプ回路は、以上のように、反転出力のI-V変換アンプおよび非反転出力の差動アンプの2段のアンプと、フォトダイオードとをN型基板に形成して成り、前記I-V変換アンプおよび差動アンプの前記帰還抵抗とともに、前記差動アンプの入力抵抗を前記ポリシリコン抵抗で形成し、かつ前記フォトダイオードをN型基板/N型エピ構造とする。

【0064】それゆえ、フォトダイオードによって受光されるレーザ光の発振波長が780nmの場合、フォトダイオードの温度係数を約+1000ppm/℃、受光アンプ回路の温度係数を約-1000ppm/℃に調整することで、該受光アンプ回路の出力電圧の温度係数を相殺することができる。

【0065】また、フォトダイオードによって受光されるレーザ光の発振波長が650nmの場合、フォトダイオードの温度係数を約+100ppm/℃、受光アンプ回路の温度係数を約-100ppm/℃に調整することで、該受光アンプ回路の出力電圧の温度係数を相殺することができる。

【0066】また、本発明の受光アンプ回路は、以上のように、非反転出力のI-V変換アンプおよび反転出力の差動アンプの2段のアンプをP型基板に形成して成り、前記I-V変換アンプおよび差動アンプの前記帰還抵抗とともに、前記差動アンプの入力抵抗を前記ポリシ

12

リコン抵抗で形成し、かつ前記フォトダイオードをP型基板/P型エピ構造とする。

【0067】それゆえ、フォトダイオードによって受光されるレーザ光の発振波長が780nmの場合、フォトダイオードの温度係数を約+400ppm/℃、受光アンプ回路の温度係数を約-400ppm/℃に調整することで、該受光アンプ回路の出力電圧の温度係数を相殺することができる。

【0068】また、フォトダイオードによって受光されるレーザ光の発振波長が650nmの場合、フォトダイオードの温度係数を約+100ppm/℃、受光アンプ回路の温度係数を約-100ppm/℃に調整することで、該受光アンプ回路の出力電圧の温度係数を相殺することができる。

【0069】さらにまた、本発明の受光アンプ回路は、以上のように、非反転出力のI-V変換アンプおよび反転出力の差動アンプの2段のアンプと、フォトダイオードとをP型基板に形成して成り、前記I-V変換アンプおよび差動アンプの前記帰還抵抗とともに、前記差動アンプの入力抵抗を前記ポリシリコン抵抗で形成し、かつ前記フォトダイオードをP型基板/P型エピ構造とする。

【0070】それゆえ、フォトダイオードによって受光されるレーザ光の発振波長が780nmの場合、フォトダイオードの温度係数を約+1000ppm/℃、受光アンプ回路の温度係数を約-1000ppm/℃に調整することで、該受光アンプ回路の出力電圧の温度係数を相殺することができる。

【0071】また、フォトダイオードによって受光されるレーザ光の発振波長が650nmの場合、フォトダイオードの温度係数を約+100ppm/℃、受光アンプ回路の温度係数を約-100ppm/℃に調整することで、該受光アンプ回路の出力電圧の温度係数を相殺することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の基礎的な構成であるレーザパワー制御用の受光アンプ回路のブロック図である。

【図2】フォトダイオードの温度係数のエピ層厚に対する依存特性を示すグラフである。

【図3】ポリシリコン抵抗の温度係数のシート抵抗値に対する依存特性を示すグラフである。

【図4】本発明の実施の一形態のレーザパワー制御用の受光アンプ回路のブロック図である。

【図5】本発明の実施の他の形態のレーザパワー制御用の受光アンプ回路のブロック図である。

【図6】典型的な従来技術のレーザパワー制御用の受光アンプ回路のブロック図である。

【図7】他の従来技術のレーザパワー制御用の受光アンプ回路のブロック図である。

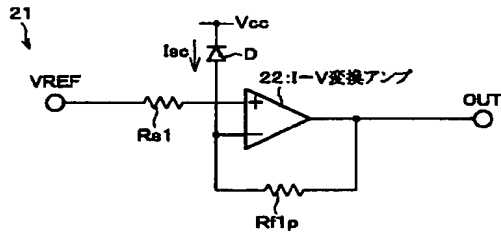
#### 【符号の説明】

50

(8)

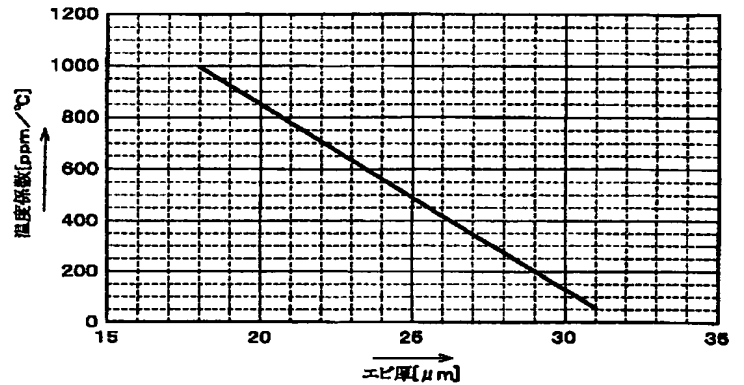
13  
 21, 31, 41 受光アンプ回路  
 22, 32, 42 I-V変換アンプ  
 33, 43 差動アンプ  
 D フォトダイオード

【図1】

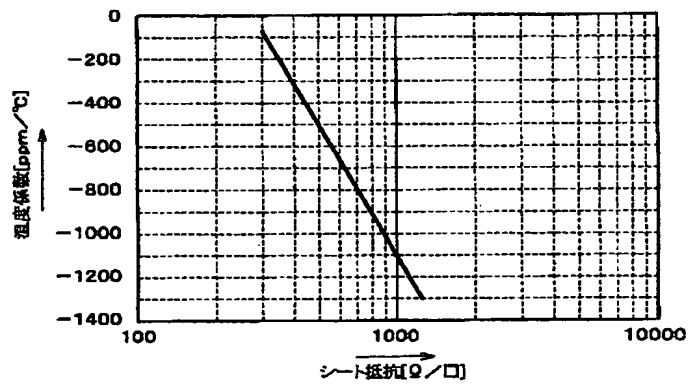


14  
 $R_{f1p}$ ,  $R_{f2p}$  帰還抵抗 (ポリシリコン抵抗)  
 $R_{s1}$ ,  $R_{s3}$  入力抵抗  
 $R_{s2p}$  入力抵抗 (ポリシリコン抵抗)  
 $R_{ext}$  可変抵抗

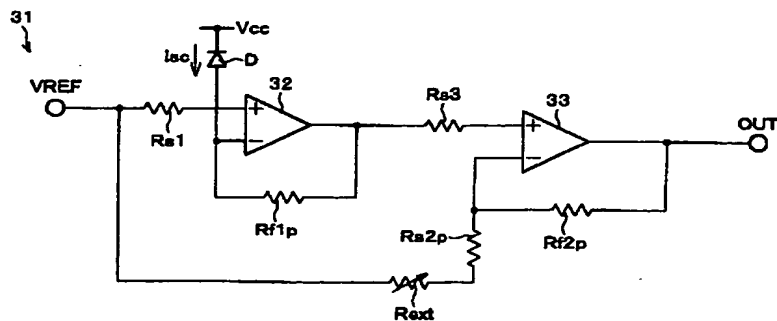
【図2】



【図3】

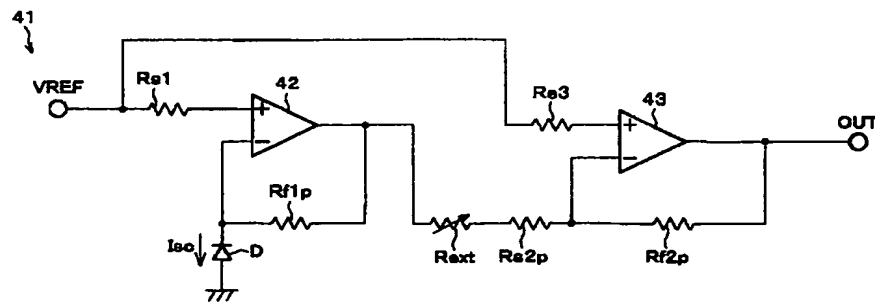


【図4】

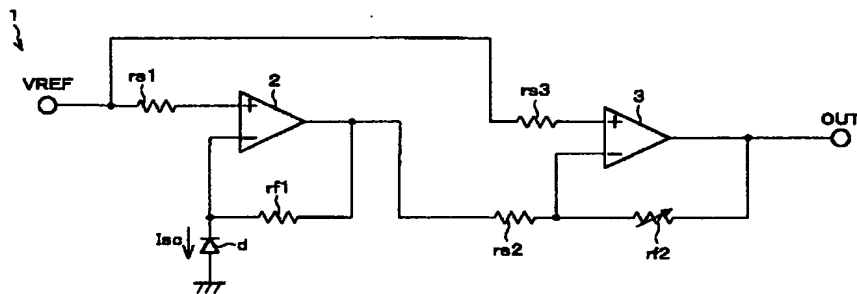


(9)

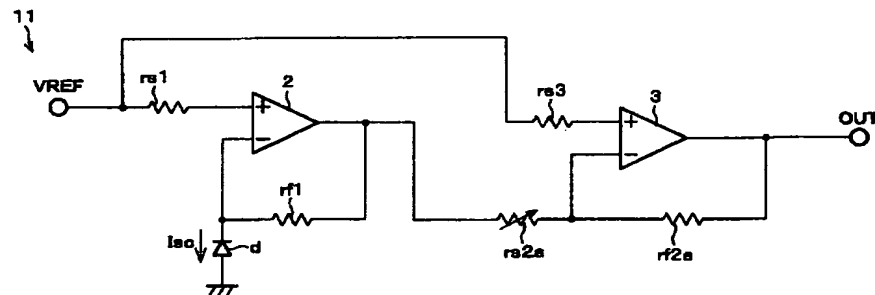
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

テーマコード(参考)

5 J 0 9 2

5 J 5 0 0

(10)

F ターム(参考) 4M118 AB10 BA09 CA02 DD09  
5D119 AA24 BA01 BB02 BB04 HA12  
KA02 KA43  
5D789 AA24 BA01 BB02 BB04 HA12  
KA02 KA43  
5F049 MA01 NA20 QA03 SS02 UA05  
UA06 UA07 UA20  
5J090 AA01 AA56 CA02 CN01 FA20  
FN10 HA19 HA25 HA26 HA28  
HA43 HA44 KA02 KA27 KA58  
MA08 MA11 TA02  
5J092 AA01 AA56 CA02 FA20 HA19  
HA25 HA26 HA28 HA43 HA44  
KA02 KA27 KA58 MA08 MA11  
TA02 UL02  
5J500 AA01 AA56 AC02 AF20 AH19  
AH25 AH26 AH28 AH43 AH44  
AK02 AK27 AK58 AM08 AM11  
AT02 LU02 NC01 NF10